

PRIOR FOREIGN APPLICATION(S)

Number	Country Filed	Day/Month/Year	Priority Claimed Under 35 USC 119
199 29 879.3	Fed. Rep. of Germany	29 June 1999	Yes

And I hereby appoint Richard L. Mayer (Reg. No. 22,490) and Gerard A. Messina (Reg. No. 35,952) my attorneys with full power of substitution and revocation, to prosecute this application and to transact all business in the Patent and Trademark Office connected therewith.

Please address all communications regarding this application to:

KENYON & KENYON
One Broadway
New York, New York 10004

Customer No. 26646

Please direct all telephone calls to Richard L. Mayer at (212) 425-7200.

I hereby declare that all statements made herein of my own knowledge are true and that all statements made on information and belief are believed to be true; and further that these statements were made with the knowledge that willful false statements and the like so made are punishable by fine or imprisonment, or both, under Section 1001 of Title 18 of the United States Code and that such willful and false statements may jeopardize the validity of the application or any patent issued thereon.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Inventor: **Thomas WIXFORTH**

Inventor's Signature: _____

Date: _____

Residence: An der Renne 79
31139 Hildesheim
Federal Republic of Germany

Citizenship: Federal Republic of Germany

Post Office Address: Same as above.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Inventor: **Eberhard GSCHWENDTNER**

Inventor's Signature: _____

Date: _____

Residence: Uhlandstraße 26
 76135 Karlsruhe
 Federal Republic of Germany

Citizenship: Federal Republic of Germany

Post Office Address: Same as above.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Inventor: **Jean PARLEBAS**

Inventor's Signature: _____

Date: _____

Residence: Hauptstraße 24
78327 Pfinztal
Federal Republic of Germany

Citizenship: Federal Republic of Germany

Post Office Address: Same as above.

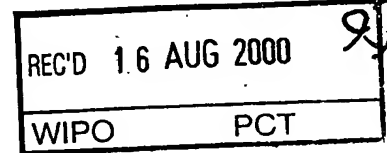
10/019824

JG13 Rec'd PCT/PTO 31 DEC 2001

THIS PAGE BLANK (USPTO)

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

10/019824



DE 00/1991

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 199 29 879.3

Anmeldetag: 29. Juni 1999

Anmelder/Inhaber: Robert Bosch GmbH, Stuttgart/DE

Bezeichnung: Spiralantenne

IPC: H 01 Q 1/36

PRIORITY
DOCUMENTSUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 1. August 2000
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Weihmayr

21.06.199 St/Wh

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Spiralantenne

Stand der Technik

15

Die Erfindung geht von einer Spiralantenne nach der Gattung des Hauptanspruchs aus.

Aus dem Buch „Four-Arm Spiral Antennas“ von R.G. Corzine, J.A. Moskos, Artech House, 1990 sind bereits vierarmige Spiral- antennen bekannt.

20

Vorteile der Erfindung

30

Die erfindungsgemäße Spiralantenne mit den Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, daß die Spiralarms an ihrem jeweiligen inneren Spiralarmsende an eine Koplanarleitung zur Speisung und /oder zum Empfang von Signalen angeschlossen sind. Durch Verwendung der Koplanarleitung kann auf Speisenetzwerke zur Einstellung der Phasenlagen an den Einspeisepunkten der Spiralantenne beziehungsweise zur Symmetrierung oder Asymmetrierung des einzuspeisenden elektrischen Feldes verzichtet und damit Aufwand eingespart werden.

35

Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß die Spiralantenne durch die Verwendung der Koplanarleitung sowohl in einem

ersten Mode zur Erzeugung einer omnidirektionalen
Abstrahlcharakteristik als auch in einem zweiten Mode zu
Erzeugung einer gerichteten Abstrahlcharakteristik senkrecht
zur Spiralebene betrieben werden kann. Auf diese Weise läßt
5 sich die Spiralantenne als Kombinationsantenne für
verschiedene Funkdienste nutzen.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind
vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im
10 Hauptanspruch angegebenen Spiralantenne möglich.

Besonders vorteilhaft ist es, daß die Koplanarleitung und
die Spiralantenne auf verschiedenen Trägermaterialien
aufgebracht werden können. Der Übergang von der
15 Koplanarleitung zur Spiralantenne ist unabhängig von einem
eventuellen Sprung der Dielektrizitätskonstanten. Damit kann
ein niederpermittives Trägermaterial für die Spiralantenne
gewählt werden, womit eine gute Abstrahlung erreicht wird.
Gleichzeitig kann ein hochpermittives Trägermaterial für die
20 Koplanarleitung gewählt werden, wodurch eine Reduktion der
Länge der Koplanarleitung ermöglicht und eine parasitäre
Abstrahlung von der Koplanarleitung unterdrückt wird, so daß
die Koplanarleitung vom Strahlungsfeld der Spiralantenne
unabhängig gemacht werden kann.

Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß die Koplanarleitung
zumindest teilweise als Taper ausgebildet ist. Auf diese
Weise ist kein zusätzliches Netzwerk zur Anpassung der
Impedanz der Koplanarleitung an die Eingangsimpedanz der
30 Spiralantenne erforderlich.

Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung
35 dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher

erläutert. Es zeigen Figur 1 eine dreidimensionale Ansicht einer Spiralantenne mit einer Koplanarleitung, Figur 2 eine Draufsicht auf eine getaperte Koplanarleitung, Figur 3 eine Draufsicht auf eine Spiralantenne mit Stromvektoren für einen omnidirektionalen Strahlungsmodus, Figur 4 eine Spiralantenne mit Stromvektoren für einen Strahlungsmodus mit gerichteter Abstrahlung, Figur 5 ein Dreitor mit symmetrischer elektrischer Feldverteilung und Figur 6 ein Dreitor mit asymmetrischer elektrischer Feldverteilung.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

In Figur 1 kennzeichnet 1 eine Spiralantenne, die einen ersten Spiralarm 11, einen zweiten Spiralarm 12, einen dritten Spiralarm 13 und einen vierten Spiralarm 14 umfaßt. Im Zentrum der Spiralantenne weist der erste Spiralarm 11 ein erstes inneres Spiralarmende 5, der zweite Spiralarm 12 ein zweites inneres Spiralarmende 6, der dritte Spiralarm 13 ein drittes inneres Spiralarmende 7 und der vierte Spiralarm 14 ein viertes inneres Spiralarmende 8 auf. Das dritte innere Spiralarmende 7 ist aufgrund der perspektivischen Darstellung in Figur 1 nicht erkennbar, ist jedoch in der Draufsicht gemäß Figur 3 und Figur 4 dargestellt. Die vier Spiralarms 11, 12, 13, 14 sind etwa parallel geführt. Weiterhin kennzeichnet in Figur 1, 2 eine Koplanarleitung mit einem ersten Innenleiter 21, einer ersten Bezugspotentialfläche 22 und einer zweiten Bezugspotentialfläche 23. Die vier Spiralarms 11, 12, 13, 14 sind aus elektrisch leitfähigem Material gebildet und auf einem ersten Trägermaterial 45 aufgebracht. Die Spiralarms 11, 12, 13, 14 können beispielsweise aus einem Metall gebildet sein. Der erste Innenleiter 21, die erste Bezugspotentialfläche 22 und die zweite Bezugspotentialfläche 23 sind ebenfalls aus elektrisch leitfähigem Material ausgebildet und auf einem zweiten

Trägermaterial 50 aufgebracht. Bei dem ersten Trägermaterial 45 und dem zweiten Trägermaterial 50 kann es sich um das gleiche Trägermaterial handeln. Das erste Trägermaterial 45, kann jedoch vom zweiten Trägermaterial 50 auch verschieden sein. Über eine elektrisch leitfähige erste Brücke 40, die beispielsweise auf das erste Trägermaterial 45 aufgebracht ist, ist das erste innere Spiralarmende 5 mit dem dritten inneren Spiralarmende 7 elektrisch leitend verbunden. Dabei liegen das erste innere Spiralarmende 5 und das dritte innere Spiralarmende 7 gemäß Figur 3 und Figur 4 einander gegenüber. Auch das zweite innere Spiralarmende 6 und das vierte innere Spiralarmende 8 liegen gemäß Figur 3 und Figur 4 einander gegenüber, ohne jedoch durch eine elektrisch leitfähige Brücke miteinander verbunden zu sein. Die Speisung der Spiralarms 11, 12, 13, 14 mit von der Spiralantenne 1 abzustrahlenden Signalen erfolgt über die entsprechenden inneren Spiralarmenden 5, 6, 7, 8 und die Koplanarleitung 2. Gemäß Figur 1 ist die Koplanarleitung 2 senkrecht zur Ebene der Spiralantenne 1 angeordnet und in die Mitte der Spiralantenne 1 geführt. Dabei ist der erste Innenleiter 21 elektrisch leitend mit der ersten Brücke 40 verbunden. Die erste Bezugspotentialfläche 22 ist elektrisch leitend mit dem zweiten inneren Spiralarmende 6 verbunden. Die zweite Bezugspotentialfläche 23 ist elektrisch leitend mit dem vierten inneren Spiralarmende 8 verbunden. Die Koplanarleitung 2 dient zur Speisung der Spiralantenne 1 mit von der Spiralantenne 1 abzustrahlenden Signalen und kann zusätzlich oder alternativ auch zum Empfang von Signalen durch die Spiralantenne 1 verwendet werden.

Die Spiralantenne 1 wird als selbstkomplementär bezeichnet, wenn ihre Spiralarms 11, 12, 13, 14 bei einer Drehung um 45° vollständig auf die Bereiche abgebildet werden, die vor der Drehung die Freiräume zwischen den Spiralarmsen 11, 12, 13, 14 bildeten. Entsprechend werden bei einer solchen Drehung

die vor der Drehung bestehenden Freiräume vollständig auf Bereiche abgebildet, die vor der Drehung die Spiralarms 11, 12, 13, 14 bildeten. Die Drehachse geht in beiden Fällen durch die Mitte der Spiralantenne 1, senkrecht zur Ebene der Spiralantenne 1, und wird im folgenden als Mittelachse bezeichnet.

Wenn die Breite der Spiralarms 11, 12, 13, 14 so gewählt ist, daß die Spirale selbstkomplementär ist, dann ergibt sich eine Eingangsimpedanz an den inneren Spiralarmsenden 5, 6, 7, 8 von 94Ω . Die Eingangsimpedanz steigt mit dünner werdenden Spiralarmsen und sinkt mit breiteren Spiralarmsen, jeweils im Verhältnis zur Breite der Freiräume zwischen den Spiralarmsen 11, 12, 13, 14. Die Anpassung dieser Impedanz an die herkömmlich geforderte Impedanz von 50Ω erfordert eine Impedanztransformation, die beispielsweise durch Taperung der Koplanarleitung 2 erzielt werden kann. In Figur 2 ist die Koplanarleitung 2 nochmals allein dargestellt, wobei gleiche Bezugszeichen gleiche Elemente wie in Fig. 1 kennzeichnen. Gemäß Figur 1 und Figur 2 verbreitern sich der erste Innenleiter 21, die erste Bezugspotentialfläche 22 und die zweite Bezugspotentialfläche 23 ausgehend von den Anschlüssen an die Spiralantenne 1 in Richtung zu einem in Figur 1 und Figur 2 nicht dargestellten Speise- und/oder Empfangsnetzwerk auf der der Spiralantenne 1 abgewandten Seite der Koplanarleitung 2. Die Verbreiterung ist dabei gemäß Figur 1 und Figur 2 linear, so daß sich eine lineare Taperung der Koplanarleitung 2 ergibt. Es kann jedoch auch eine nichtlineare Taperung der Koplanarleitung vorgesehen sein, beispielsweise eine exponentielle Taperung. Die Länge, auf der die Koplanarleitung 2 getapert ist, muß mindestens ein Viertel der Wellenlänge der mittleren Betriebsfrequenz der Spiralantenne 1 betragen. Je nachdem, wie breit die Spiralarms 11, 12, 13, 14 sind und welche Eingangsimpedanz sich dadurch an den inneren Spiralarmsenden 5, 6, 7, 8

ergibt, kann durch entsprechende Taperung der
Koplanarleitung 2 diese Eingangsimpedanz an die geforderten
50 Ω angepaßt werden, so daß durch die Taperung die
Koplanarleitung 2 flexibel an die Geometrie der
Spiralantenne 1 angepaßt werden kann.

Über die Koplanarleitung 2 kann die Spiralantenne 1 auf
einfache Weise zum Abstrahlen von Signalen gespeist werden,
wobei zwei verschiedene Abstrahlcharakteristiken erzeugt
werden können. Zum einen ist dies eine omnidirektionale
Abstrahlcharakteristik mit einer Nullstelle senkrecht zur
Ebene der Spiralantenne 1. Die omnidirektionale Abstrahl-
charakteristik ist besonders vorteilhaft für den mobilen
Einsatz mit terrestrischen Funkdiensten geeignet. Zum andern
ist dies eine Abstrahlcharakteristik mit einer
Hauptstrahlrichtung senkrecht zur Ebene der Spiralantenne 1,
die unter Verwendung von zirkularer Polarisierung für den
Einsatz mit satellitengestützten Navigations- u.
Kommunikationsdiensten besonders geeignet ist. Mit der
Spiralantenne 1 läßt sich also ein erster oder
omnidirektionaler Mode mit einer omnidirektionalen Abstrahl-
charakteristik und ein zweiter oder Zenit-Mode mit einer
Abstrahlcharakteristik, die eine Hauptstrahlrichtung
senkrecht zur Ebene der Spiralantenne 1 aufweist und im
folgenden als Zenit-Strahlung bezeichnet wird, realisieren.

Zur Erläuterung der Erzeugung der verschiedenen Modes oder
Abstrahlcharakteristiken ist in Figur 3 und Figur 4 dieselbe
Spiralantenne 1 dargestellt, wobei gleiche Bezugszeichen
gleiche Elemente kennzeichnen. Die Einfach-Pfeile in den
Figuren 3 und 4 geben dabei Stromvektoren auf den
Spiralarmen 11, 12, 13, 14 in einer Momentaufnahme wieder.
In Fig. 3 ist dabei eine Stromverteilung für den
omnidirektionalen Mode dargestellt, während in Figur 4 eine
Stromverteilung für den Zenit-Mode gezeigt ist.

Beim omnidirektionalen Mode gemäß Figur 3 werden der erste
Spiralarm 11 und der dritte Spiralarm 13 gleichphasig
gespeist. Auch der zweite Spiralarm 12 und der vierte
Spiralarm 14 werden gleichphasig gespeist, jedoch um 180°
phasenverschoben gegenüber dem ersten Spiralarm 11 und dem
dritten Spiralarm 13. Dies ist durch die Richtung der
Stromvektoren an den inneren Spiralarmenden 5, 6, 7, 8, also
an den Einspeisepunkten, gemäß der in Figur 3 skizzierten
Momentaufnahme der Stromverteilung dargestellt. Gemäß Figur
3 sind dabei die Stromvektoren benachbarter Spiralarms an
deren inneren Spiralarmenden jeweils gegenphasig, also um
 180° phasenverschoben. Mit Hilfe dieser Stromverteilung an
den Einspeisepunkten und geometrischer Betrachtungen läßt
sich eine Abstrahlregion der Spiralantenne 1 bestimmen. Die
Spiralantenne 1 strahlt dort ab, wo Ströme in benachbarten
Spiralarmen in Phase sind. Aufgrund der unterschiedlichen
Weglängen der Spiralarms von einem ersten festen Winkel ϕ_0
bis zu einem zweiten festen Winkel ϕ_1 verändert sich der
Phasenunterschied zwischen den in benachbarten Spiralarmen
laufenden Wellen. Dabei sind die beiden festen Winkel ϕ_0 , ϕ_1
in einem zylindrischen Koordinatensystem definiert, dessen
Mittelachse senkrecht durch die Mitte der Spiralantenne 1
läuft. Der Phasenunterschied von 180° zwischen benachbarten
Spiralarmen an den Einspeisepunkten beziehungsweise an den
inneren Spiralarmenden in der Mitte der Spiralantenne wird
bei einem ersten Radius r_1 auf 0° reduziert.
Gleichphasigkeit zwischen benachbarten Spiralarmen kann bei
einem Wegunterschied von einer Wellenlänge λ oder einem
Vielfachen der Wellenlänge λ zwischen punktsymmetrisch zur
Mittelachse der Spiralantenne 1 einander gegenüberliegenden
Punkten dieser Spiralarms erreicht werden, da Ströme an
solchen punktsymmetrisch gegenüberliegenden Punkten
unabhängig von deren Abstand zur Mitte der Spiralantenne 1
in entgegengesetzte Raumrichtungen gerichtet sind. Dieser

Wegunterschied entspricht dabei der zwischen den gegenüberliegenden Punkten zurückzulegende Strecke auf den benachbarten Spiralarmen. An diesen einander gegenüberliegenden Punkten der Spiralarme sind die Ströme dann wie in Figur 3 dargestellt in entgegengesetzte Raumrichtungen gerichtet. Bei der unter dieser Bedingung am nächsten zur Mitte der Spiralantenne 1 liegenden Abstrahlregion der Spiralantenne 1 entspricht der genannte Wegunterschied der Wellenlänge λ . Damit tritt die Abstrahlung dort auf, wo der Umfang der Spiralarme 2λ beträgt, wobei λ die Wellenlänge der Welle auf den Spiralarmen ist. Da der erste Radius r_1 nicht größer sein kann als der Radius r der Spiralantenne 1 ist mit

$$2\lambda = 2\pi r_1 = 2\pi r$$

eine Grenzbedingung gegeben. Daraus ergibt sich eine erste untere Grenzfrequenz $f_{\min 1}$ der Spiralantenne 1 im omnidirektionalen Mode zu

$$f_{\min 1} = c / (\pi r).$$

Die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Welle auf der Spiralantenne 1 ist mit c angegeben. Die Spiralantenne 1 strahlt im omnidirektionalen Mode nur oberhalb der ersten unteren Grenzfrequenz $f_{\min 1}$ ab. Aufgrund der Tatsache, daß Ströme an punktsymmetrisch einander gegenüberliegenden Punkten in entgegengesetzte Raumrichtungen gerichtet sind, heben sich die Strahlungsbeiträge dieser Ströme senkrecht zur Ebene der Spiralantenne 1 auf und überlagern sich konstruktiv in Richtungen parallel zur Ebene der Spiralantenne 1. Dadurch wird der omnidirektionale Strahlungsmodus erzielt.

In Figur 3 ist der halbe für die Abstrahlung erforderliche Wegunterschied durch einen Doppelpfeil dargestellt, wobei der halbe Wegunterschied der halben Wellenlänge $\lambda/2$ entspricht, wobei bei Zurücklegung dieses Weges auf den benachbarten Spiralarmen eine Umkehr der Phasenlage erfolgt, wie an der Umkehrung der Stromvektoren in Fig. 3 dargestellt ist.

Beim Zenit-Mode gemäß Figur 4 werden der zweite Spiralarm 12 und der vierte Spiralarm 14 mit 180° Phasendifferenz gespeist, während der erste Spiralarm 11 und der dritte Spiralarm 13, die über die erste Brücke 40 mit dem ersten Innenleiter 21 der Kopplanarleitung 2 verbunden sind, auf einem festen Null-Potential in der Mitte zwischen den Potentialen auf dem zweiten Spiralarm 12 und dem vierten Spiralarm 14 liegen. Damit ergibt sich nur auf dem zweiten Spiralarm 12 und dem vierten Spiralarm 14 eine Stromverteilung, die durch die Einfachpfeile gemäß Figur 4 angegeben ist, während auf dem ersten Spiralarm 11 und dem dritten Spiralarm 13 kein Strom fließt, wobei Koppelströme von benachbarten stromführenden Spiralarmen nicht berücksichtigt werden sollen. Ebenfalls mit Hilfe der Stromverteilung an den durch das zweite innere Spiralarmende 6 und das vierte innere Spiralarmende 8 gebildeten Einspeisepunkten und geometrischen Betrachtungen wie im Fall des omnidirektionalen Modes läßt sich beim Zenit-Mode die Abstrahlregion bestimmen. Abstrahlung tritt auch beim Zenit-Mode dort auf, wo Ströme in benachbarten Spiralarmen, auch wenn diese durch einen stromlosen weiteren Spiralarm getrennt sind, in Phase sind. Die Ströme in benachbarten, nur durch den ersten Spiralarm 11 oder den dritten Spiralarm 13 getrennten Spiralarmen 12, 14 sind dann in Phase, wenn der Wegunterschied auf dem zweiten Spiralarm 12 beziehungsweise auf dem vierten Spiralarm 14 zwischen punktsymmetrisch einander gegenüberliegenden Punkten $\lambda/2$ oder

ungeradzahlige Vielfache davon beträgt. Da die Ströme an den einander gegenüberliegenden Einspeisepunkten beziehungsweise am zweiten inneren Spiralarmende 6 und am vierten inneren Spiralarmende 8 in dieselbe Raumrichtung weisen, weisen unter der genannten Bedingung für den Wegunterschied die Ströme an allen jeweils punktsymmetrisch gegenüberliegenden Punkten des zweiten Spiralarms 12 und des vierten Spiralarms 14 in dieselbe Raumrichtung, so daß der Phasenunterschied auf dem zweiten Spiralarm 12 beziehungsweise auf dem vierten Spiralarm 14 zwischen diesen punktsymmetrisch gegenüberliegenden Punkten 180° beträgt. Also tritt Abstrahlung bei einem zweiten Radius r_2 auf, bei dem der Umfang des zweiten Spiralarms 12 beziehungsweise des vierten Spiralarms 14 gleich der Wellenlänge λ ist. Die Grenzbedingung wird auch hier dadurch gegeben, daß der zweite Radius r_2 nicht größer werden kann, als der Radius r der Spiralantenne 1. Also wird eine zweite untere Grenzfrequenz $f_{\min 2}$ durch

$$\lambda = 2\pi r_2 = 2\pi r$$

hergeleitet und durch

$$f_{\min 2} = c / (2\pi r)$$

definiert. Aufgrund der Tatsache, daß Ströme an punktsymmetrisch einander gegenüberliegenden Punkten des zweiten Spiralarms 12 beziehungsweise des vierten Spiralarms 14 in gleiche Raumrichtung gerichtet sind, überlagern sich die Strahlungsbeiträge der Ströme senkrecht zur Ebene der Spiralantenne 1 konstruktiv. Dadurch wird eine Abstrahlcharakteristik mit einem Maximum senkrecht zur Ebene der Spiralantenne 1 erzielt, die als Zenit-Strahlung bezeichnet wird.

Gemäß den Figuren 3 und 4 wurde eine Spiralantenne in Form einer archimedischen Spirale beschrieben. Die Form der Spiralantenne 1 ist jedoch nicht auf rein archimedische Spiralen beschränkt. Die Spiralstruktur kann beispielsweise auch logarithmisch-periodisch sein.

Die Möglichkeit der Erzeugung der beiden Moden mit der Koplanarleitung 2 zur Speisung der Spiralantenne 1 wird im folgenden anhand der Figur 5 und der Figur 6 erläutert. In Fig. 5 kennzeichnet 55 ein sogenanntes Drei-Tor mit einem ersten Tor 60, einem zweiten Tor 65 und einem dritten Tor 70. Das Drei-Tor 55 umfaßt ein drittes Trägermaterial 75, das gleich oder verschieden zum ersten Trägermaterial 45 beziehungsweise zum zweiten Trägermaterial 50 sein kann. Auf diesem dritten Trägermaterial 75 ist ein zweiter Innenleiter 30 und senkrecht dazu ein dritter Innenleiter 31 angeordnet, wobei der zweite Innenleiter 30 und der dritte Innenleiter 31 galvanisch voneinander getrennt sind und somit nicht in elektrisch leitfähigem Kontakt zueinander stehen. Das Drei-Tor 55 umfaßt ferner eine dritte Bezugspotentialfläche 35 und eine vierte Bezugspotentialfläche 36. Der zweite Innenleiter 30, der dritte Innenleiter 31, die dritte Bezugspotentialfläche 35 und die vierte Bezugspotentialfläche 36 sind elektrisch leitfähig, beispielsweise metallisch, ausgebildet. Der zweite Innenleiter 30 und der dritte Innenleiter 31 sind durch das dritte Trägermaterial 75 elektrisch von der dritten Bezugspotentialfläche 35 und der vierten Bezugspotentialfläche 36 in Form eines den jeweiligen Innenleiter 30, 31 umgebenden Schlitzes isoliert. Der zweite Innenleiter 30 teilt das Dreittors 55 in eine linke und eine rechte Hälfte auf. In der linken Hälfte verläuft der dritte Innenleiter 31 senkrecht zum zweiten Innenleiter 30. Die dritte Bezugspotentialfläche 35 befindet sich ausschließlich in der linken Hälfte des Dreitors 55. Die vierte

Bezugspotentialfläche 36 befindet sich ausschließlich in der rechten Hälfte des Drei-Tor 55. Das erste Tor 60 des Dreitors 55 ist an das der Spiralantenne 1 abgewandte Ende der Koplanarleitung 2 angeschlossen, wobei der zweite
5 Innenleiter 30 mit dem ersten Innenleiter 21 verbunden ist. Die dritte Bezugspotentialfläche 35 ist mit der zweiten Bezugspotentialfläche 23 am ersten Tor 60 verbunden. Die vierte Bezugspotentialfläche 36 ist am ersten Tor 60 mit der
10 ersten Bezugspotentialfläche 22 verbunden. An dem dem ersten Tor 60 gegenüberliegenden Ende des zweiten Innenleiters 30 umfaßt der Drei-Tor 55 das zweite Tor 65, daß ebenfalls aus dem ersten Innenleiter 30, der dritten Bezugspotentialfläche 35 und der vierten Bezugspotentialfläche 36 gebildet wird und zur Einspeisung von Signalen für den omnidirektionalen
15 Mode dient. Das dritte Tor 70 wird gebildet durch den dritten Innenleiter 31 und die dritte Bezugspotentialfläche 35 und dient der Einspeisung von Signalen zur Abstrahlung im Zenit-Mode. Über eine zweite elektrisch leitfähige, beispielsweise metallische Brücke 32 sind die dritte
20 Bezugspotentialfläche 35 und die vierte Bezugspotentialfläche 36 elektrisch leitend miteinander verbunden. Durch eine dritte elektrisch leitfähige, beispielsweise metallische Brücke 33 ist der dritte Innenleiter 31 mit der vierten Bezugspotentialfläche 36 elektrisch leitend verbunden. Die zweite Brücke 32 ist dabei von der dritten Brücke 33 in Richtung zum zweiten Tor 65 hin beabstandet.

Die Erzeugung der omnidirektionalen Abstrahlcharakteristik
30 wird dadurch erreicht, daß die elektrische Feldverteilung auf der speisenden Koplanarleitung 2 symmetrisch ist. Dies entspricht dem sogenannten „Odd Mode“. Diese symmetrische elektrische Feldverteilung ist in einer Momentaufnahme gemäß Figur 5 durch Pfeile in den durch das dritte Trägermaterial
35 75 gebildeten Schlitzten zwischen der dritten

Bezugspotentialfläche 35 beziehungsweise der vierten
Bezugspotentialfläche 36 und dem zweiten Innenleiter 30
dargestellt. Die zweite Brücke 32, die die dritte
Bezugspotentialfläche 35 und die vierte
5 Bezugspotentialfläche 36 zu beiden Seiten des zweiten
Innenleiters 30 auf gleichem Potential hält, wirkt dabei
nicht störend, da beim „Odd Mode“ die dritte
Bezugspotentialfläche 35 und die vierte
10 Bezugspotentialfläche 36 von vornherein auf gleiches
Potential gelegt werden. Damit ist die dritte Brücke 33, die
die vierte Bezugspotentialfläche 36 mit dem dritten
Innenleiter 31 verbindet, ebenfalls nicht störend, da sie
den dritten Innenleiter 31 ebenfalls auf das Potential der
vierten Bezugspotentialfläche 36 legt. Der dritte
15 Innenleiter 31 ist somit vom zweiten Innenleiter 30
entkoppelt.

Die Erzeugung des Zenit-Modes auf der Spiralantenne 1 wird
durch eine asymmetrische elektrische Feldverteilung auf der
20 speisenden Koplanarleitung 2 und dem zweiten Innenleiter 30
erreicht. Figur 6 skizziert diese Feldverteilung, die als
„Even-Mode“ bezeichnet wird, mit entsprechenden Pfeilen in
den durch das dritte Trägermaterial 75 gebildeten Schlitzen
zwischen der dritten Bezugspotentialfläche 35
beziehungsweise der vierten Bezugspotentialfläche 36 und dem
zweiten Innenleiter 30. In Figur 6 kennzeichnen dabei
gleiche Bezugszeichen gleiche Elemente wie in Figur
5, da es sich um dasselbe Drei-Tor 55 handelt. Die
asymmetrische elektrische Feldverteilung kann durch die
30 beschriebene Anordnung des zweiten Innenleiters 30, des
dritten Innenleiters 31, der zweiten Brücke 32 und der
dritten Brücke 33 auf dem Drei-Tor 55 erzeugt werden. Dabei
wird am dritten Tor 70 der „Odd-Mode“ erzeugt, der zu einer
symmetrischen elektrischen Feldverteilung zwischen dem
35 dritten Innenleiter 31 und der dritten Bezugspotentialfläche

35 führt, wie durch die Pfeile in den durch das dritte
Trägermaterial 75 gebildeten Schlitzten zwischen der dritten
Bezugspotentialfläche 35 und dem dritten Innenleiter 31
gemäß Figur 6 dargestellt ist. Die Kopplung des einfach zu
erzeugenden „Odd Modes“ vom dritten Tor 70 zum ersten Tor 60
wird in „Uniplanar MMIC-A Proposed New MMIC Structure“ von
Thirot, Y.Tarusawa, H.Agawa, IEEE Transactions on Microwave
Theory and Technics, vol.35, no.6, pp.576-581, June 1987
beschrieben. Der am dritten Tor 70 erzeugte „Odd Mode“
erzeugt einen Potentialunterschied zwischen dem dritten
Innenleiter 31 und der dritten Bezugspotentialfläche 35. Die
vierte Bezugspotentialfläche 36 ist durch die dritte Brücke
33 auf dem gleichen Potential wie der dritte Innenleiter 31.
Dadurch entsteht ein Potentialunterschied zwischen der
dritten Bezugspotentialfläche 35 und der vierten
Bezugspotentialfläche 36. Dieser Potentialunterschied ruft
den „Even Mode“ hervor, der sich in beide Richtungen
zwischen dem ersten Tor 60 und dem zweiten Tor 65
ausbreitet. Zur Unterdrückung der Ausbreitung des
„Even Mode“ in Richtung des zweiten Tors 65 und damit in
Richtung der Einspeisung für den omnidirektionalen Mode ist
die zweite Brücke 32 vorgesehen, die die dritte
Bezugspotentialfläche 35 und die vierte
Bezugspotentialfläche 36 auf gleichem Potential hält und
damit die Ausbreitung des „Even Mode“ unterdrückt. Dieser
wird an der zweiten Brücke 32 reflektiert und breitet sich
in entgegengesetzte Richtung zum ersten Tor 60 aus. Bei
Anbringen der zweiten Brücke 32 in einem Abstand einer
viertel Wellenlänge von der dritten Brücke 33 bezogen auf
die mittlere verwendete Betriebsfrequenz überlagern sich der
an der zweiten Brücke 32 reflektierte „Even-Mode“ und der
vom dritten Tor 70 direkt in Richtung zum ersten Tor 60
eingekoppelte „Even Mode“ konstruktiv und breiten sich als
„Even-Mode“ in Richtung zum ersten Tor 60 und damit zur
Spiralantenne 1 aus.

Auf diese Weise ist das dritte Tor 70 vom zweiten Tor 65 entkoppelt. Da die beschriebene Funktionsweise sowohl für das Senden als auch für den Empfang mit der Spiralantenne 1 gilt, können am zweiten Tor 65 und am dritten Tor 70 zwei voneinander entkoppelte Signale empfangen werden, die aus verschiedenen Raumrichtungen auf die Spiralantenne 1 treffen.

Die Erzeugung des omnidirektionalen Modes mit der beschriebenen kombinierten Speisung erfolgt frequenzunabhängig, während abhängig durch die Position der zweiten Brücke 32 die Erzeugung des Zenit-Modes auf bestimmte Frequenzbänder begrenzt ist. Dabei kann über das Drei-Tor 55 gleichzeitig der omnidirektionale Mode und der Zenit-Mode gespeist werden. Auch ein gleichzeitiges Empfangen im omnidirektionalen Mode und im Zenit-Mode ist mit dem beschriebenen Drei-Tor 55 möglich. Auch das gleichzeitige Senden im einen und Empfangen im entsprechend anderen Mode ist mit dem beschriebenen Drei-Tor 55 möglich.

Die untere Grenzfrequenz für die Abstrahlung von der Spiralantenne 1 im omnidirektionalen Mode oder im Zenit-Mode wird auch durch die Länge der Taperung auf der Koplanarleitung 2 beeinflusst. Dabei kann die untere Grenzfrequenz gesenkt werden, wenn die Taperung auf der Koplanarleitung 2 verlängert wird.

Der Übergang von der Koplanarleitung 2 auf die Spiralantenne 1 ist unabhängig vom Sprung in der Dielektrizitätskonstanten der Trägermaterialien. Dabei kann ein niederpermittives erstes Trägermaterial 45 für die Spiralantenne 1 gewählt werden, womit gute Abstrahlung erreicht wird, bei gleichzeitiger Wahl eines hochpermittiven zweiten Trägermaterials 50 für die Koplanarleitung 2, was eine

Längenreduktion der Koplanarleitung 2 ermöglicht und parasitäre Abstrahlung von der Koplanarleitung 2 unterdrückt beziehungsweise die Koplanarleitung 2 vom Strahlungsfeld der Spiralantenne 1 unabhängig macht.

5

Die Spiralantenne 1 ist insbesondere für den flachen Einbau in die Karosserie eines Kraftfahrzeugs geeignet, insbesondere in das Dach oder in den Kofferraumdeckel des Kraftfahrzeugs, da hiermit ein aerodynamischer und

10

ästhetischer Einbau realisiert werden kann. Auf diese Weise ergibt sich eine einfache, lochlose Montage der Spiralantenne in die Karosserie des Kraftfahrzeugs, wodurch Korrosionsherde in der Karosserie vermieden werden.

25.06.99 St/Wh

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Ansprüche

15

1. Spiralantenne (1) mit vier etwa parallel geführten und elektrisch leitfähigen Spiralarmen (11, 12, 13, 14), dadurch gekennzeichnet, daß die Spiralarme (11, 12, 13, 14) an ihrem jeweiligen inneren Spiralarmende (5, 6, 7, 8) an eine Koplanarleitung (2) zur Speisung und/oder zum Empfang von Signalen angeschlossen sind.

20

2. Spiralantenne (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Koplanarleitung (2) einen Innenleiter (21; 30) und mindestens eine Bezugspotentialfläche (22, 23; 35, 36) umfaßt, wobei der Innenleiter (21; 30) und die mindestens eine Bezugspotentialfläche (22, 23; 35, 36) jeweils mit zwei der vier inneren Spiralarmenden (5, 6, 7, 8) verbunden ist.

30

3. Spiralantenne (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Koplanarleitung (2) senkrecht zur Ebene der Spiralantenne (1) angeordnet ist.

35

4. Spiralantenne (1) nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Koplanarleitung (2) und die Spiralantenne (1) auf verschiedenem Trägermaterial (45, 50) aufgebracht sind.

5. Spiralantenne (1) nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Koplanarleitung (2) und die Spiralantenne (1) auf gleichem Trägermaterial aufgebracht sind.

5

6. Spiralantenne (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Koplanarleitung (2) zumindest teilweise als Taper ausgebildet ist.

10

7. Spiralantenne (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Spiralantenne (1) in Form einer archimedischen Spirale oder als logarithmische Spirale ausgeführt ist.

15

8. Spiralantenne (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Speisung der Spiralantenne (1) mit symmetrischer elektrischer Feldverteilung auf der Koplanarleitung (2) erfolgt, so daß sich eine omnidirektionale Abstrahlcharakteristik ergibt.

20

9. Spiralantenne (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Speisung der Spiralantenne (1) mit asymmetrischer elektrischer Feldverteilung auf der Koplanarleitung (2) erfolgt, so daß sich eine gerichtete Abstrahlcharakteristik ergibt.

10. Spiralantenne (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Spiralantenne (1) in oder auf der Karosserie eines Fahrzeugs angeordnet ist.

30

25.06.99 St/Wh

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

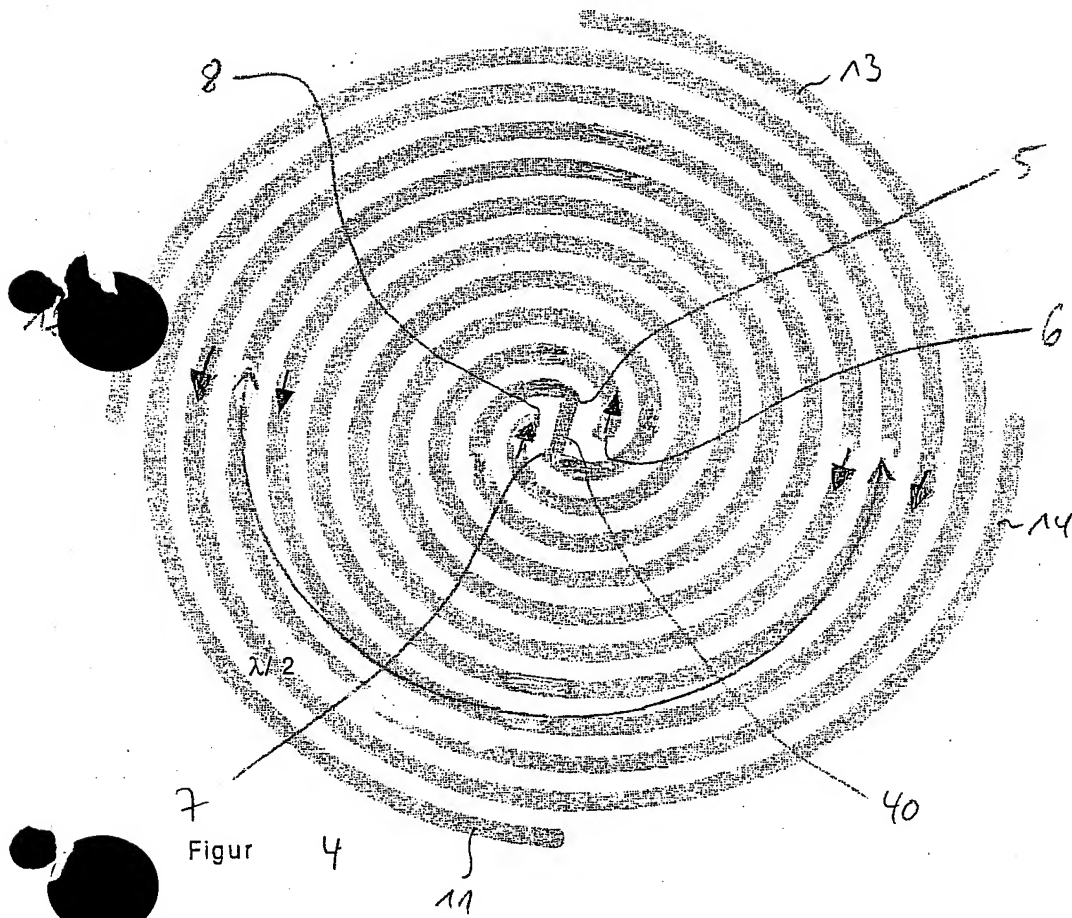
Spiralantenne

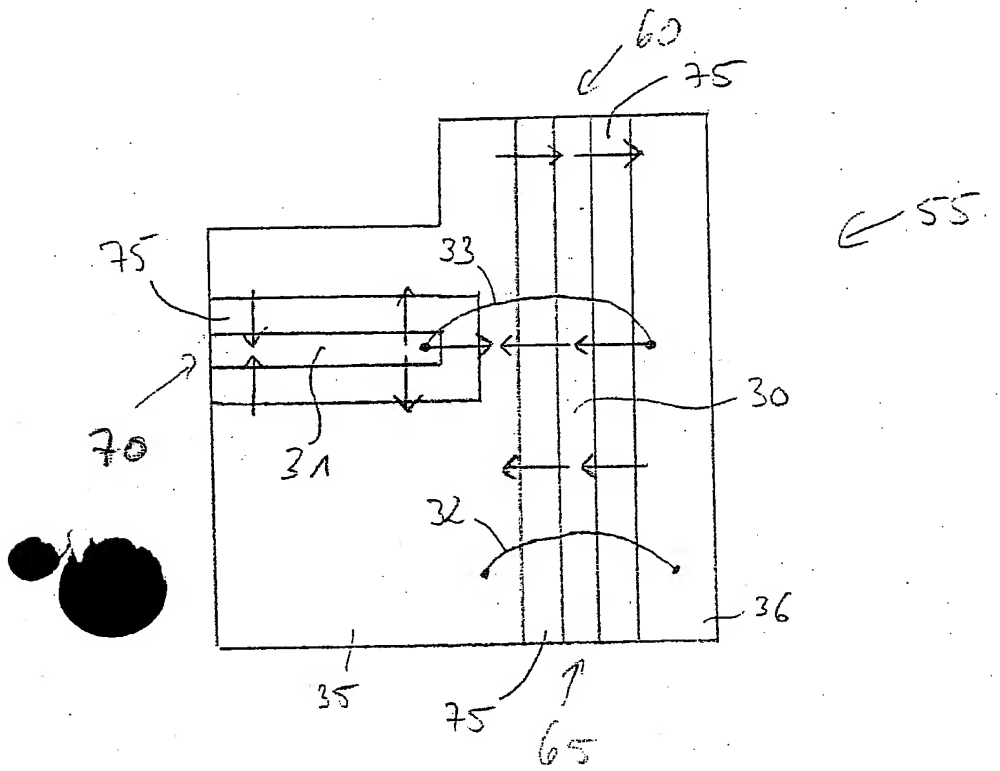
Zusammenfassung

15

Es wird eine Spiralantenne (1) vorgeschlagen, die in verschiedenen Modes mit unterschiedlichen Abstrahlcharakteristiken gespeist werden kann. Die Spiralantenne (1) umfaßt vier etwa parallel geführte und elektrisch leitfähige Spiralarms (11, 12, 13, 14). Die Spiralarms (11, 12, 13, 14) sind an ihrem jeweiligen inneren Spiralarmende (5,6,7,8) an eine Koplanarleitung (2) zur Speisung und/oder zum Empfang von Signalen angeschlossen.

20





Figur 6